

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ”- ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА РУДАРСТВО, ГЕОЛОГИЈА И ПОЛИТЕХНИКА
ШТИП

ЕЛАБОРАТ

ЗА ОСКУЛТАЦИЈА НА БРАНАТА НА ФЛОТАЦИСКОТО ЈАЛОВИШТЕ НА РУДНИКОТ
„САСА” - М. КАМЕНИЦА ЗА 2008

ШТИП, ФЕБРУАРИ 2009 година

ЕЛАБОРАТ

ЗА ОСКУЛТАЦИЈА НА БРАНАТА НА ФЛОТАЦИСКОТО ЈАЛОВИШТЕ НА РУДНИКОТ „САСА” -
М. КАМЕНИЦА ЗА 2008

Содржина:

1. Технички извештај.....	3
1.1. Вовед.....	3
1.2. Основни објекти во склоп на јаловиштето.....	3
1.3. Оскултација на јаловиштето.....	4
1.3.1. Систем за оскултација.....	4
1.3.2. Резултати од оскултацијата.....	7
1.4. Заклучни разгледувања и препораки.....	31
2. Прилози.....	33
2.1. Прилог 1	33
2.2. Прилог 2	45
2.3. Прилог 3	51
2.4. Прилог 4	60
2.5. Прилог 5	67

ОСКУЛТАЦИЈА НА БРАНАТА НА ФЛОТАЦИСКОТО ЈАЛОВИШТЕ НА РУДНИКОТ „САСА“ - М. КАМЕНИЦА ЗА 2008 ГОДИНА

1. Технички извештај

1.1. Вовед

Јаловиштето на рудникот „Саса“ во М. Каменица служи за одлагање на флотациската јаловина (пулпа) добиена со технолошкиот процес - флотација на минералите на олово и цинк. Флотациската јаловина преку пулповод гравитационо се доведува до јаловиштето, каде што пред депонирањето се класира на два производа. Со хидроциклонирање на флотациската јаловина, пред депонирањето се добива: песок од хидроциклонот, со кој, со природно одлагање, се изведува низводната брана на јаловиштето, и прелив од хидроциклонот, со кој се пополнува таложното езеро на јаловиштето. Според главниот проект за Новото јаловиште „Долина на Саска Река - I и II фаза“, од 1980 година, низводната брана од песок на јаловиштето е предвидено да се насипува во влажна состојба, во слоеви од 2.5 м, со широчина во круната од 5.0 м, и со наклони на косините - узводна $m_1 = 1.5$ и низводна $m_2 = 2.75$, со надвишување од 2.0 м над таложното езеро.

1.2. Основни објекти во склоп на јаловиштето

Според проектот од 1980 година, (Ново јаловиште „Долина на Саска Река - I и II фаза“), новото јаловиште се состои од следниве, повеќе или помалку функционално поврзани објекти:

Опточен тунел - служи за одведување на водите од Саска Река, со заобиколување на јаловиштето. Сумарната должина на оптичниот тунел изнесува $L = 2021.00$ м, со вкупна денивелација од $\partial X = 120.40$ така што осреднетиот надолжен пад на тунелот изнесува $J_{cp} = 6.00$ %. Светлиот отвор на напречниот пресек на тунелот е со потковичест облик, со височина 3.5 м, ширина во дното од 3.07 м, и максимална ширина (за висина 1.25 м) од 3.54 м.

Пулповод за флотациска јаловина - служи за довод на флотациската пулпа-јаловина од погонот флотација до јаловиштето. Се состои од магистрален пулповод од ПВЦ цевки Ø315 mm (светол отвор 296 mm), долг 1984,60 m, со константен пад од 1,3%. Во негов склоп е изработен и разводниот пулповод со прекидните комори (шахти) и 4 (четири) броја хидроциклони кои преку процесот на циклонирање издвојуваат два производа: *песок* – со кој се гради браната и *муљ* – кој се складира во таложното езеро.

Брана и таложно езеро - служи за одлагање на флотациската јаловина. Проектирана е до кота 962 м.н.в., со проектиран наклон на низводната косина $m = 2.75$

Дренажен систем - има повеќекратна улога: спуштање на линијата на водозаситеност и подобрување на стабилноста на јаловиштето, контролирано одведување на филтратот и можност за евентуален негов третман пред да се испушти во природниот реципиент (за заштита на квалитетот на околните водни ресурси). Во дренажниот систем спаѓаат: дренажниот колектор со кој се одведувала инфилтрираната вода од старите јаловишта до контролната шахта и дренажниот колектор со кој се одведува дренираната вода од таложното езеро низводно од новото јаловиште

Колектор за одведување на преливните води – ги одведува преливните води од таложното езеро а исто така ги одведува и водите од Петрова река во оптичниот тунел.

1.3. Оскултација на јаловиштето

Овој елаборат за оскултација се однесува на новото јаловиште “Долина на Саска Река” – I и II фаза (јаловиште бр. 3 и јаловиште бр. 4) за периодот од 01.01 до 31.12.2008 год. Треба да се напомене дека јаловиштето бр. 3 од средината на 2007 год. не е во употреба но неговата оскултација треба да продолжи, секако, во намален обем.

1.3.1. Систем за оскултација

Системот за оскултација на новото јаловиште на рудникот “Саса” – Македонска Каменица е опишан односно дефиниран во Проектот за оскултација од јануари 2008 год. Во согласност со овој проект треба да се врши и оскултацијата на јаловиштето бр. 3.

Со техничката документација во текот на експлоатацијата на новото јаловиште се предвидени 3 (три) вида на набљудувања, и тоа:

- *визуелни набљудувања*
- *геодетски снимања и*
- *контролна оскултација (мерења).*

Визуелни набљудувања

Визуелните набљудувања - предвидено е да се вршат дневно, повремено, - 2 (два) пати месечно и вонредно, по потреба (по обилни поројни дождови и сл).

Дневните набљудувања ги врши лице задолжено за работа на јаловиштето; повремените ги врши одговорниот инженер на погонот флотација на 15 дена, додека вонредните се вршат по потреба (по силни дождови, горски удари, земјотреси и сл.) и тоа по потреба во поширок стручен состав, вклучувајќи го и проектантот и стручни лица од организацијата на која и е доверено да ја врши оскултацијата.

Погонот флотација е задолжен за визуелните набљудувања да се води дневник во кој се внесуваат поважните визуелни констатации, и тоа:

- пукнатини на круната на браната
- состојбата на низводната косина на браната
- чистота на водата од преливниот колектор и дренажната цевка, како и околните извори
- визуелната состојба на пиезометрите

Според основниот проект за оскултација од јануари 2008 год., на новото јаловиште до кота 960 мнв, предвидено е да се постават најмногу 25 пиезометри со ознака П-1 до П-25, од кои 6 (П-1 до П-6) на круната на браната, 10 се во телото на Хидројаловиштето, а 9 се на боковите на возводната страна од хидројаловиштето. Од предвидениот пиезометриски систем во првата половина од 2008 год. беа поставени и се во експлоатација 8 пиезометри (три на постојната круна од браната а пет во телото на браната). Во текот на натамошната експлоатација, со постепено зголемување на габаритот на јаловиштето, сукцесивно треба да се врши поставување на останатите пиезометри. Во поставените пиезометри не треба да се формира водно ниво, што ќе биде доказ дека јаловиштето функционира правилно, односно дека нема опасност од создавање на т.н. водени џебови кои можат да бидат фатални за стабилноста на песочната брана.

Геодетски снимања (мерења)

Со геодетските методи на набљудување се добиваат апсолутните просторни поместувања на одредени точки од браната и објектите со неа. При тоа земајќи ја предвид разликата во применетите методи, инструментите и приборот, одвоено се обработуваат хоризонталните и вертикалните померувања.

Според основниот проект за оскултација предвидено е да се изработи посебен проект за геодетска оскултација кој меѓудругото треба да го содржи распоредот на точките во околината на браната, крајбрежениот терен и останати објекти за набљудување и начинот на нивна стабилизација - инаку бројот и распоредот на точките за одредување на апсолутните хоризонтални и вертикални поместувања на браната е различен за секоја брана и зависи пред се од типот, висината и должината на браната и геолошките карактеристики на теренот.

Бидејќи изградбата на постојната брана е со променлива геометрија, од геодетските снимања на профилите се добиваат главните податоци за промената на низводната косина и делумно на узводната косина на браната (каде што дозволуваат техничките услови).

Контролни мерења

Контролните мерењата се состојат од мерење на:

- нивото на водата во пиезометрите, кои се вршат: 1 (еден) пат неделно;
- количина на водата од преливниот колектор и дренажата кои се вршат: 1 (еден) пат неделно;
- квалитет на водата (хемиски анализи), која се испушта во водотекот на Саска Река јаловиштето и рудникот: најмалку 1 (еднаш) месечно;
- Анализа и пратење на сите евентуални појави на подземни или надземни води во околината на јаловиштето;
- Анализа на циклонираниот песок од кој се гради браната, 1 (еден) пат дневно;
- Конвергентни мерења на оптичниот тунел со специјални мерни инструменти (*екстензиометри*), за пратење на неговата стабилност, и тоа, на профилите каде што има најслаба геолошка средина и на профилите каде нема финална бетонска облога;

За сите набљудувања (визуелни или контролни мерења) треба да се води дневна, месечна и годишна евиденција и да се формира соодветна документација која се состои од записници, табели, дијаграми и месечни извештаи а за секоја календарска година врз основа на сите набљудувања и мерења се прави годишен елаборат со кој е потребно да се даде оценка за стабилноста на браната и евентуалните мерки за нејзино подобрување.

1.3.2. Резултати од оскултацијата

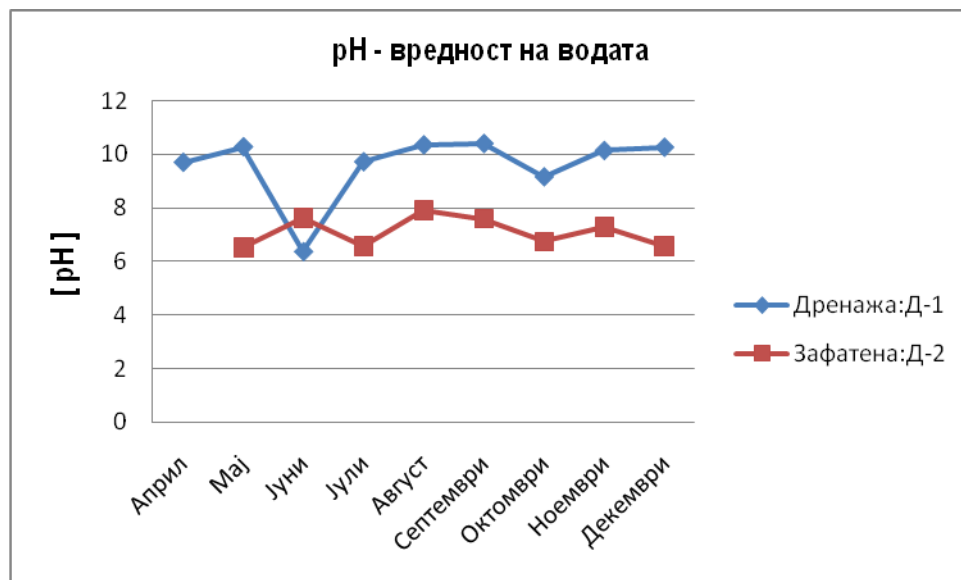
Веднаш со рестартирањето и отпочнувањето на рудникот “Саса” со нормална работа, менаџментот, имајќи ги предвид, сите случувања со старото јаловиште во претходниот период а секако имајќи ја предвид и законската регулатива, многу сериозно пристапи кон менаџирањето и оскултацијата на новото јаловиште. Во оваа смисла, покрај исполнувањето на обврските кои произлегуваат од Проектот за оскултација, во рудникот е воспоставена пракса, еднаш неделно, да се врши редовна обиколка на јаловиштето од страна на стручен тим. Стручниот тим го сочинуваат техничкиот директор на рудникот, управникот на флотација, одговорниот инженер за заштита и главниот градежен инженер. Исто така, во соработка со катедрата за минерална технологија при факултетот за рударство, геологија и политехника при Универзитетот “Гоце Делчев” во Штип, вршен е континуиран мониторинг на јаловиштето во текот на 2008 год. Наодите од ваквиот мониторинг се презентирани во вид на месечни извештаи. Овој елаборат всушност претставува сублимат на сите резултати, констатации и случувања презентирани во тие извештаи. Сето ова го потврдува сериозниот пристап, на менаџментот на рудникот, кон јаловиштето, како исклучително значаен објект од технолошки и од, по околината, безбедносен аспект.

Визуелни набљудувања

Во текот на 2008 год. редовно се вршени визуелни набљудувања на јаловиштето, во согласност со Проектот за оскултација. Како резултат на овие активности констатирани се следните појави:

1. Во месец март во подножјето на десната страна од ножицата на косината на браната, гледано низводно, констатирана е појава на помало количество на вода. Со неколкудневна контролирање на нејзината рН вредност, која постојано се движеше помеѓу 7

и 8, констатирано е дека се работи воглавно за подземна природна вода. Со цел да се избегне било каква опасност да дојде до поткопување на вториот дренажен тепих, оваа вода во текот на месец април беше зафатена со помош на пластични цевки, и одведена во близина на излезот на водата од главната дренажа. Од тогаш, во наредните месеци, континуирано се вршеше следење на рН вредноста, протокот и хемискиот состав на оваа вода, која беше условно означена како дренажа 2 (Д-2). Хемиските анализи, во однос на присуството на тешките метали, и измерените рН вредности на водите од главната дренажа Д-1 и зафатените води како дренажа Д-2 се дадени во ПРИЛОГ 1. Со графичко претставување на рН вредностите на водите од двете дренажи (Слика 1), јасно се гледа дека зафатената вода постојано има рН вредност помеѓу 6 и 8 што јасно укажува на нејзиниот, пред се, природен карактер, секако со одредено учество на процедурни води низ телото на браната.



Слика 1

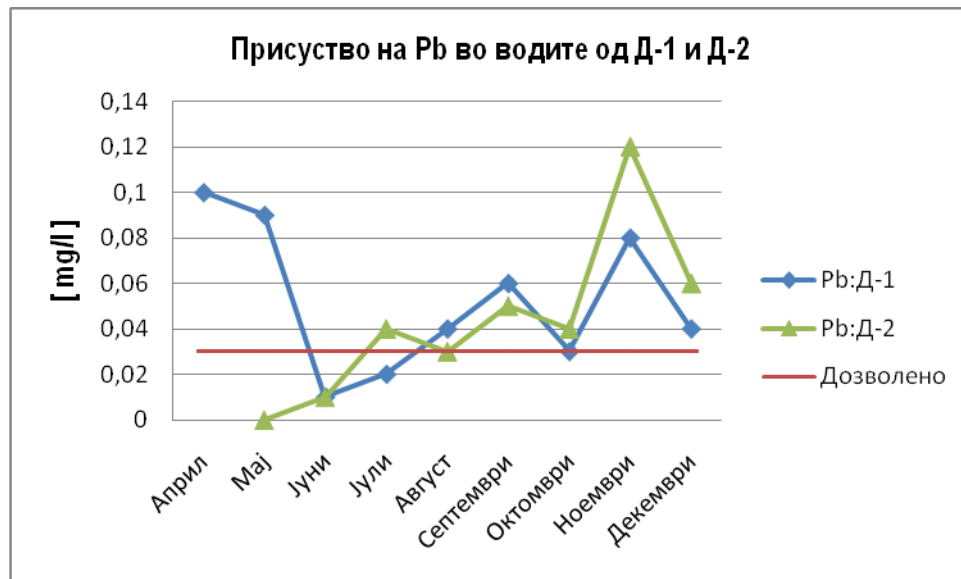
Од графичките прикази на Слика 2, 3, 4, 5, 6 и 7 кои се однесуваат на присуството на тешки метали во водата од главната дренажа Д-1 и зафатената вода Д-2 може да се констатира следното:

- Водата од главната дренажа (Д-1) има зголемено присуство на Pb и Cd, во однос на дозволеното за води од III и IV категорија, според МДК.

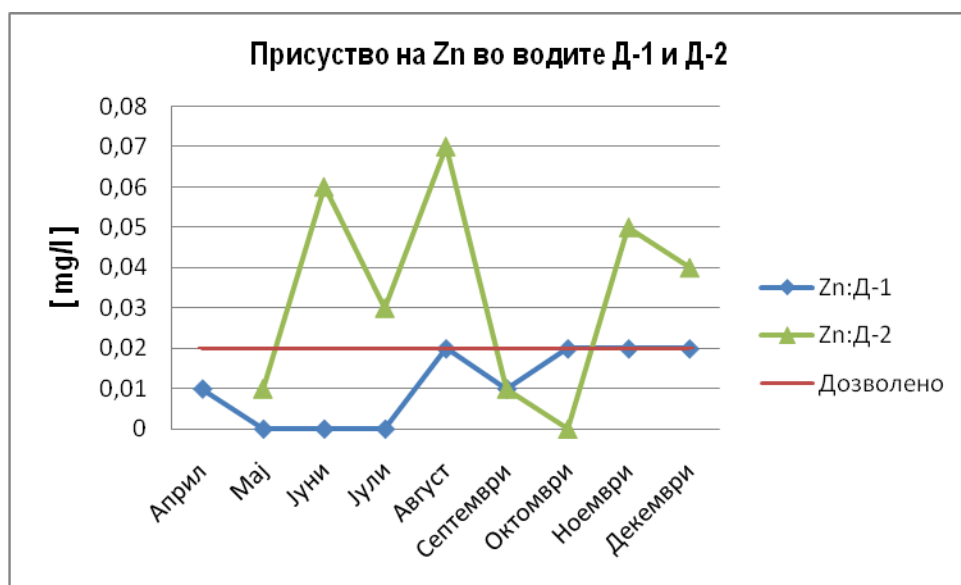
- Зафатената вода (Д-2) покажува зголемено присуство на Pb, Zn, Cd и Mn во однос на дозволеното за води од III и IV категорија, според МДК.

- Присуството на Zn и особено Mn е повеќекратно поголемо во зафатената вода (Д-2) во однос на водата од главната дренажа (Д-1), која е производ на технолошкиот процес.

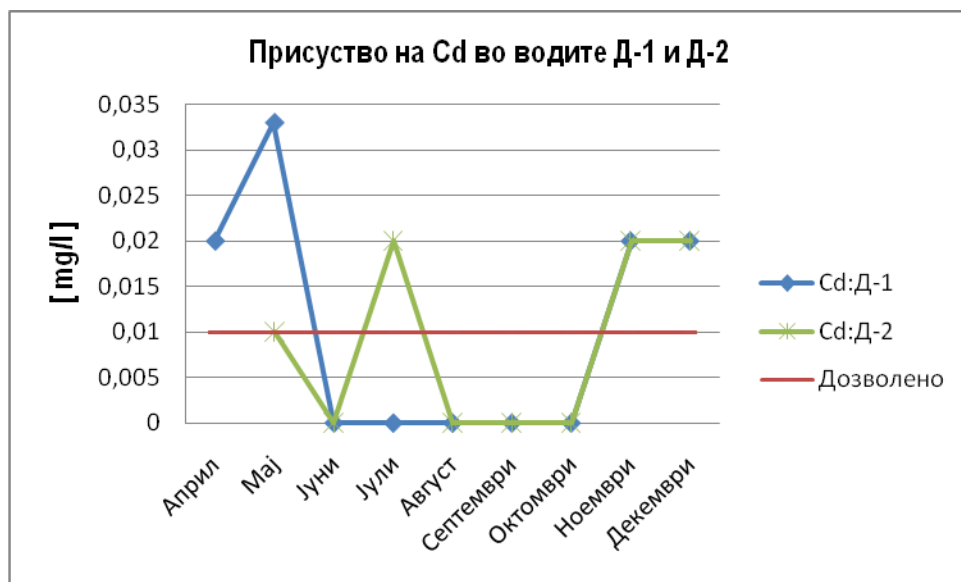
- Другите тешки метали Fe и Cu се испод дозволените вредности за води од III и IV категорија, според МДК.



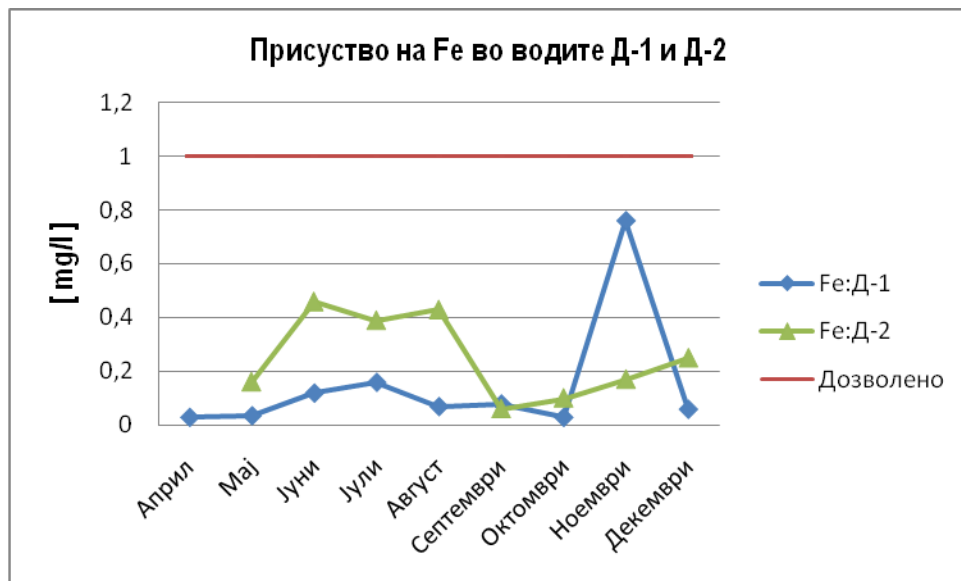
Слика 2



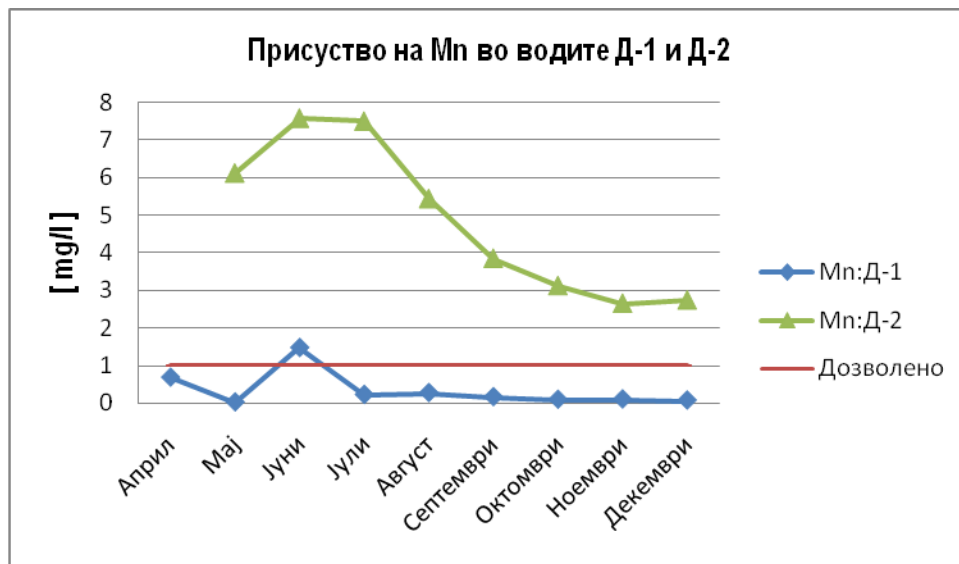
Слика 3



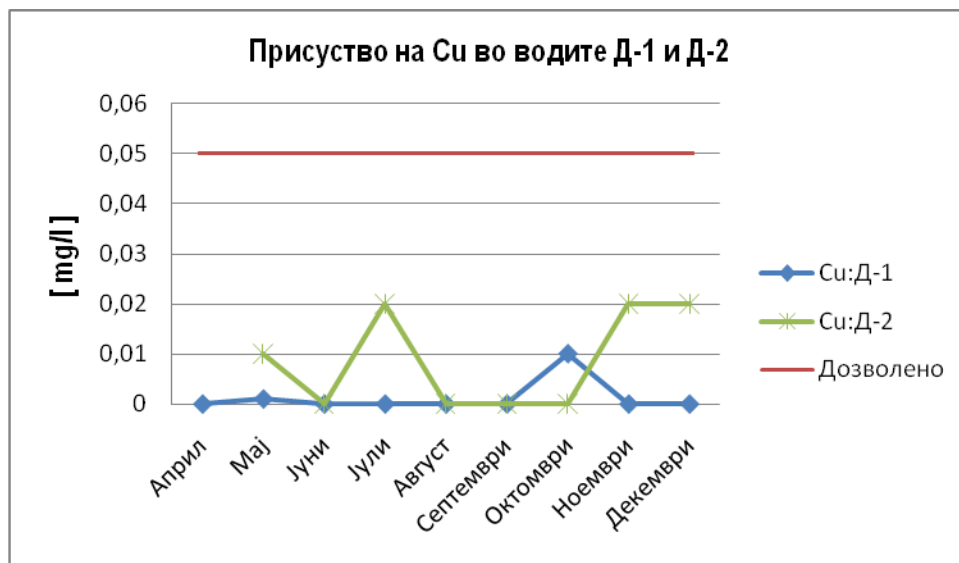
Слика 4



Слика 5



Слика 6



Слика 7

Ваквите констатации кои, на прв поглед, се помалку нелогични, упатуваат на следното. Имено, значително зголеменото присуство на манганот во зафатената вода (Д-2) оди во прилог на тврдењето дека се работи за, воглавно, подземна природна вода, ако се

има предвид фактот дека сите природни води од овој регион се богати со Mn. Зголеменото присуство на олово, цинк и кадмиум во оваа вода, значително поголемо отколку во водата од главната дренажа, мора да е резултат на одредени процеси на растварање и механичко загадување во услови на минување на оваа вода низ предели богати со овие тешки метали. Во прилог на ова одат и резултатите добиени со направените хемиски анализи на 09.07.2008 (Табела 1 и 2) кои се однесуваат на повеќе мерни места.

Изборни точки	pH	mg/l*					
Табела 1		Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Cu
1. АТМ канал	8.39	0.600	0.230	0.010	0.290	0.080	0.020
2. ОВ XIV	7.90	0.090	1.650	0.010	0.240	0.920	0.010
3. Црвена река	7.87	0.000	0.000	0.000	0.040	0.030	0.000
4. Козја река	6.89	0.140	15.070	0.090	0.050	3.400	0.030
5. Оптичен тунел излез	8.98	0.010	0.170	0.000	0.020	1.470	0.010
6. Оптичен тунел влез	6.94	0.000	12.870	0.030	0.000	2.090	0.020
7. 5 км низводно	7.87	0.020	1.690	0.000	0.010	2.560	0.000
8. ОВ таложник-круг	7.61	0.970	0.750	0.010	0.220	0.400	0.010
9. Таложник 830	7.91	0.030	3.120	0.010	0.030	0.410	0.010
10. Дренажа јаловиште	10.04	0.000	0.000	0.000	0.060	0.280	0.010
11. ОВ таложник-флотација	8.73	0.030	0.010	0.000	0.060	0.040	0.010
12. Црвена река + Свиња река(кај буката)	6.55	0.000	0.580	0.000	0.040	0.250	0.010
13. Свиња река XV	3.95	0.620	13.390	0.050	0.090	3.620	0.620
14. Р. Каменичка, после таложник кај 830	7.80	0.020	2.190	0.000	0.030	2.400	0.000
15. Јамска вода 830	7.79	0.120	4.490	0.020	0.030	2.140	0.000
16. Јаловиште кај колектор	11.80	0.190	0.000	0.000	0.010	0.020	0.020
МДК	6,5-9.0	0.03	0.2	0.01	1	1	0.05

Изборни точки	pH	mg/l*					
Табела 2		Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Cu
1. АТМ канал	9.66	0.080	0.040	0.000	0.020	0.000	0.000
2. ОВ XIV	4.40	2.030	44.000	0.180	0.150	12.600	1.320
3. Црвена река	6.49	0.020	0.050	0.000	0.010	0.000	0.010
4. Козја река	6.97	0.050	14.600	0.030	0.000	3.820	0.000
5. Оптичен тунел излез	8.55	0.020	0.030	0.000	0.000	2.210	0.000
6. Оптичен тунел влез	5.19	0.790	1.130	0.020	0.000	3.640	0.000
7. 5 км низводно	7.75	0.020	12.000	0.030	0.060	3.440	0.160
8. ОВ таложник-круг	7.20	0.930	0.930	0.000	0.170	0.260	0.010
9. Таложник 830	7.67	0.060	3.150	0.010	0.000	0.480	0.000
10. Дренажа јаловиште	10.48	0.050	0.000	0.010	0.100	0.270	0.000
11. ОВ таложник-флотација	6.77	1.380	23.400	0.170	0.100	2.140	0.010
12. Црвена река + Свиња река(кај буката)	6.73	0.010	1.170	0.000	0.080	0.150	0.000
13. Свиња река XV	3.91	0.670	9.400	0.020	0.040	3.430	0.550
14. ОВ козја река под таложник	7.90	0.030	1.940	0.020	0.000	2.630	0.000
15. Јамска вода 830	7.56	0.110	3.970	0.000	0.030	2.310	0.000
16. Јаловиште кај колектор	11.55	0.080	0.020	0.000	0.070	0.000	0.040
МДК	6,5-9.0	0.03	0.2	0.01	1	1	0.05

Според хемиските анализи, произлегува дека убедливо најконтаминирани се водите од Козја река, Свиња река и јамските вода. Ова треба да биде предмет на посебна анализа која треба да даде одговор за причините и можностите за намалување на ваквата контаминираност, која има најголемо влијание на вкупното загадување, кое може да се

детектира преку загадувањето на Каменичка река, во која се влеваат сите води кои произлегуваат или имаат врска со рудникот.

Од погоре дадените хемиски анализи, јасно произлегува дека сите природни води од подрачјето на рудникот САСА - Црвена река, Свиња река, Козја река, како и водите кои потекнуваат од јамските простории (табела 1 и 2, точки 2, 3, 4, 13, 14 и 15) покажуваат кисел карактер и значително присуство на тешки метали, далеку над дозволеното за води од III и IV категорија, посебно на олово, цинк, кадмиум и манган. Во овој поглед некои резултати се екстремно високи, како што е случај со присуството на цинк во водите од Козја река, Свиња река, водата од хоризонт XIV и јамската вода 830 (14.6 mg/l, 9.4 mg/l, 44 mg/l односно 3.97 mg/l). Ова јасно укажува на фактот дека најголемите загадувања, на водните текови во регионот, со тешки метали, се од природен карактер а не како резултат на техничко – технолошките, односно производните активности на рудникот САСА. Затоа е потребно во наредниот период да се направи поиздржана анализа, за тоа, колкаво е влијанието на технолошкиот процес на рудникот САСА, во контаминацијата на водните ресурси во регионот. За ваквата анализа неопходен предуслов е доверливоста на хемиските анализи и секако репрезентативноста на земените мостри.

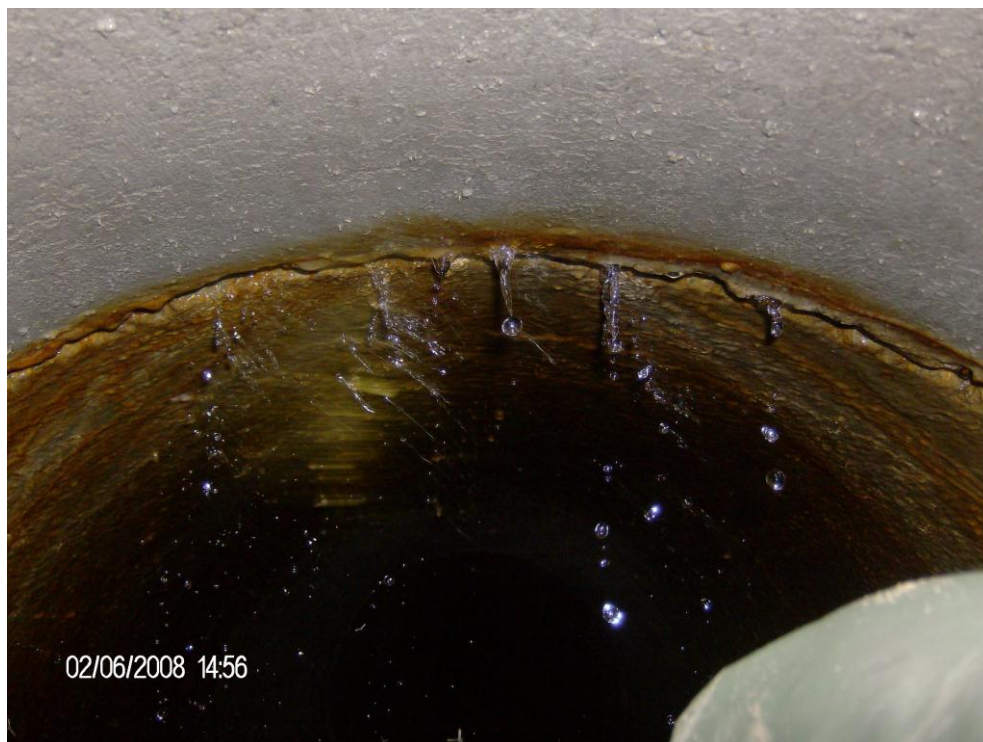
2. На 30.05.2008 год. околу 16 h, од страна на задолжениот инженер за јаловиште, констатирано е одредено заматување на водата на излезот од опточниот тунел. На 31.05.2008 год. во 7 часот наутро, на излезот од опточниот тунел, водата била бистра за да покасно, околу 9 часот, повторно дојде до нејзино заматување. Веднаш беа преземени мерки за утврдување на причините за ваквото заматување на водата од опточниот тунел. Најпрво уште на 31.05.2008 год. околу 10 часот извршена е инспекција на опточниот тунел и констатирано е дека заматувањето доаѓа од преливниот колектор кој се влева во опточниот тунел. Поради поројните дождови кои паѓаа на 31.05 и 01.06.2008 год., а имајќи ги предвид неговите димензии Ø 800 mm., немаше услови да се влезе во преливниот колектор и да се изврши негова контрола. На ден 02.06.2008 год. во 10 часот ангажирана е специјална екипа која влезе во колекторот, преку отворот за поставување на чеп. Извршен е детален преглед од ст. 0 + 0,000 до ст. 0 + 252,5 при што е констатирано следното:

- На ст. 0 + 142 приметена е пукнатина на бетонската цевка видлива со око во широчина од околу 1 mm. (Сл. 8, 9 и 10) Според стационажата, пукнатата бетонска цевка се наоѓа во рамниот дел на поранешното речно корито, каде подлогата се состои од неконсолидиран материјал во вид на речен нанос.
- Пукнатината е по целиот обем на цевката и тоа нормално на нејзиното протегање.
- Подолжни пукнатини на цевката не се приметени.
- Приметено е истекување на помала количина на бистра вода од пукнатината, што може да се констатира и од приложените слики.
- Исто така на неколку споеви на цевките е приметено истекување на мала количина на бистра вода.

По извршениот преглед, за новонастанатата состојба, веднаш се информирани проектантот, изведувачот и надзорниот орган за споменатиот објект. На 04.06.2008 год. одржан е итен состанок со сите релевантни страни и е констатирано дека, под итно, треба да се предложи решение и изврши санација на пукнатината.

На наредните состаноци, одржани во Скопје, усвоено е техничко решение кое фирмата РЕ-КО инженеринг од Скопје требаше технички да го обработи и оформи во Елаборат за санација. Со истата фирма, од страна на рудникот Саса, беше потпишан договор и за изведување на санацијата.

Според договорот и Елаборатот за санација, истата требаше да биде извршена со поставување на челичен метален прстен и сурова гума како и бетонирање на армирано бетонски примарен прстен, со што требаше да се задоволат двата основни елементи, водонепропусност и долготрајна статичка стабилност на делот каде е појавено напукнувањето на цевката. Од страна на инвеститорот, рудникот Саса, беа преземени сите припремни работи, во согласност со Елаборатот за санација, а истовремено беше формиран и надзорен орган, составен од дипл. град. инженер, дипл. руд. инженер и руд. за спец. руд-град. работи, Овој орган требаше да врши надзор на изведбените работи од страна на изведувачот, фирмата РЕ-КО инженеринг – Скопје.



Слика 8



Слика 9



Слика 10

Санационите работи се извршени во периодот од 16.06 – 18.06.2008 год. За цело време на изведувањето на работите, екипата за надзор беше присутна на лице место и се потруди сите обврски на рудникот Саса според договорот да ги исполни, за непречено изведување на работите.

По завршувањето на работите, надзорниот тим го констатира следното:

На самото место на пукнатината монтиран е метален прстен со ширина од 150 mm. и метален полупрстен со дебелина од 3 mm и широчина од 350 mm од долната страна на цевката. Исто така извршено е поставување и на планираната сурова гума, но сепак водата не е сопрена – зачепена (сопрена е само 50 – 60% од вкупната вода која протекуваше од пукнатината). Бетонирањето на армирано бетонски прстен со специјален бетон Ингунит Е-Б не е ни пробано (според изведувачот на работите ваквото бетонирање било невозможно поради неможноста комплетно да се острани водата од тој дел од колекторот).

Според сето ова, двете основни работи предвидени со Елаборатот, зачепувањето на водата со челичен секундарен прстен и сурова гума, како и бетонирањето на армирано бетонски примарен прстен кој требаше да обезбеди долготрајна статичка сигурност не беа постигнати.

Имајќи ја предвид ваквата ситуација а од друга страна, свесни за сериозноста на проблемот, стручните луѓе на рудникот САСА предложија решение кое беше прифатено од страна на проектантот и ревидентот. Решението се состоеше во следното: во работилницата на рудникот САСА беше изработена челична цевка со надворешен дијаметар ≈ 800 mm, должина од $L = 500$ mm и дебелина на лиомот од 8 mm. Ваквиот челичен прстен, поради неможноста истиот да се монтира како хомоген елемент, беше поделен на три сегменти. При тоа, беа изработени спојни елементи, кои овозможуваат монтажа на прстенот на лице место како и создавање на одреден контра притисок од внатрешната страна. Исто така, решението предвидуваше поставување и фиксирање на геотекстил помеѓу бетонската цевка и металниот прстенот. Споевите помеѓу трите сегменти беше предвидено да се обезбедат со по 6 (шест) шrafoви M16 и матици со специјални челични ушки, обезбедени со монтажни надавки на сегментите со можност за контра притисок од внатрешната страна.

Со ваквото решение требаше да се постигнат следните цели:

1. Долготрајна статичка стабилност на бетонската цевка (челичниот прстен е заштитен со антикорозин)
2. Филтрациона стабилност односно оневозможување на истекување на ситни честици од јаловина (со поставувањето на геотекстилот помеѓу бетонската цевка и челичниот прстен) и
3. Со стварање на вештачки зглоб на цевката на самото место на кршење, истата да може да ги прими нерамномерните слегнувања во подолжен правец, кои може да се јават, со зголемувањето на притисокот врз цевката, предизвикан од надградувањето на јаловиштето.

Поради тоа што, заради специфичноста на работите и тешките услови во кои требаше да се изведат, не можеше да се најде друг изведувач, реализацијата на техничкото решение рудникот САСА го направи во сопствена режија, и тоа многу успешно, на 17.07.2008 год.

Во согласност со претходно усвоен план на активности, кои се однесуваа на преливниот колектор, а кои предвидуваа редовна месечна контрола на истиот, посебно на неговиот саниран дел, на 15.08.2008 год. беше извршен контролен преглед од страна на специјална екипа на рудникот САСА. Прегледот го опфати преливниот колектор по целата

негова должина од стационача ст. 0 + 0.000 до ст. 0 + 210 при што беше констатирано следното:

- Нема промени на челичниот прстен поставен на пукнатината на цевката на стационача приближно ст. 0 + 100,
- Од малата кровна пукнатина на цевката која беше забележана при претходниот преглед на стационача некаде околу ст. 0 + 142 сега водата е зачепена и не тече,
- На ст. 0 + 210 до анкерниот блок, близу до чепот од каде се влегува во колекторот приметени се сосема мали странични пукнатини на цевката низ кои тече многу малку вода (влажи),
- На стационача околу ст. 0 + 090 која се наоѓа под поставениот челичен прстен, после првата кривина, констатирана е нова неправилна пукнатина на цевката, по целиот нејзин обем, низ која има истечено одредена количина на материјал а во моментот на нејзиното регистрирање има продор на чиста вода,
- Пред последната кривина на хоризонталниот дел околу ст. 0 + 045 констатирана е, исто така, нова пукнатина на цевката низ која тече мала количина на вода (пукнатината е приближно со иста големина како на местото каде е поставен челичниот прстен.)

После ваквите констатации утврдени при редовниот преглед на преливниот колектор, повеќе од јасно беше дека, и покрај огромните усилби кои ги вложуваше стручниот тим на инвеститорот – рудник САСА, за разрешување на овој сериозен проблем, пред кој беа исправени без нивна вина, долгорочна успешна санација на постојниот колектор не беше возможна. Според сето погоре кажано, единствено остануваше констатацијата дека за долготрајно решавање на настанатиот проблем, мора, час поскоро да се отпочне со изведба на нов преливен колектор и зачепување на постојниот.

На ден 21.08.2008 г., повторно на иницијатива на инвеститорот, рудникот САСА, во неговите простории се одржа состанок на кој присуствуваа претставници од сите релевантни субјекти, кои учествуваа во изведбата на овој градежен објект (инвеститорот, проектантот, изведувачот и надзорниот орган). На состанокот е констатирано следното:

1. Колекторот е во лоша состојба поради што треба да се преземат мерки за изградба на нов колектор и plombирање (затварање) на постоечкиот,

2. Рудникот САСА ја прифати концепцијата од решението за нов колектор предложена од Градежниот факултет на ден 27.06.2008 г. При тоа, предложени се одредени модификации кои што треба да ја забрзаат и олеснат изградбата на колекторот. Рудникот САСА веќе врши снимање и ќе обезбеди подлоги за проектирање до 22.08.2008 г. кои ќе му ги достави на Градежниот факултет. Градежниот факултет веднаш ќе започне со изработка на техничка документација за предложеното решение без нов финансиски надомест. Документацијата ќе биде изработена до 10.09.2008 г.
3. Рудникот САСА ќе отпочне со работа веднаш штом се создадат услови со цел да се скрати времето на изведба.
4. Градежниот институт превзеде обврска да изврши ревизија во од и да даде завршен ревидентски извештај без дополнителен финансиски надомест.
5. Надзорниот орган фирмата Чакар-Партнерс ќе врши надзор без финансиски надомест.
6. ГП Гранит како изведувач на работите на стариот колектор се обврза да даде писмено известување на кој начин ќе учествува во дополнителните работи на новиот колектор до 25.08.2008 г.
7. Да се изврши санација на новопојавените дефекти на преливниот колектор на јаловиште бр. 4 како во претходниот случај, од страна на рудникот САСА. Рок на изведба на работите до 15.09.2008 г.
8. Паралелно со овие работи ќе се утврди и одговорноста за настанатиот дефект на колекторот за преливни води на јаловиште бр. 4. Рудникот САСА смета дека воопшто не е одговорна за настанатата ситуација и доколку трошоците за изградба на новиот колектор паднат на нејзин товар таа одговорноста ќе ја бара на суд.

После ваквиот развој на настаните, инвеститорот – рудникот САСА веднаш отпочна со припремните и земјените работи (пробивање на ускоп до опточниот тунел), се во функција на, што е можно, побрза реализација на проектот за изградба на нов преливен колектор.

- Во средината на месец септември се изврши зачепување на отворот на преливниот колектор, со кој, истиот се влева во опточниот тунел. Зачепувањето е изведено со помош на бетон при што е оставен отвор со вградување на метална цевка со дијаметар од Ø 225 mm. Оваа активност е преземена во согласност со

проектантот, а со цел, да се овозможи времено нормално функционирање на објектот, од една страна, а од друга да се создадат предуслови за, брзо и лесно, негово комплетно зачепување, во случај на негова поголема хаварија, до која лесно може да дојде имајќи ја во предвид неговата моментална состојба.

- Истовремено, веднаш започнаа активностите за изградба на нов преливен колектор. Истиот беше лоциран на крајот од таложното езеро, од левата страна гледано возводно од круната на браната. Најтешкиот дел од работите беше изведен во текот на септември. Имено извршено беше пробивање на цврстата карпеста маса со правење ускоп до опточниот тунел (слика 11, 12 и 13). Пробиениот ускоп, по диолжината на целиот свој обем, беше осигуран со мрежеста арматура и бетонска облога, која на долниот дел, по кој ќе истекува вишокот од водата во таложното езеро, имаше дебелина од преку 30 см. Остануваше уште да се изгради делот од колекторот кој ќе се протега по површината на земјата, и тоа од влезот во ускопот до кота над 962 м.н.в.



Слика 11



Слика 12



Слика 13 – Припрема на теренот на кој треба да се гради односно простира надворешниот дел од преливниот колектор

Иако остануваше уште да се изгради делот од колекторот кој треба да се протега по површината на земјата, и тоа од влезот во ускопот до кота над 962 м.н.в. Оваа активност предвидена и временски димензионирана да заврши за не повеќе од 30 дена, поради проблемите во постапката на избор на изведувач (постоење на потешкотии во изнаоѓањето на квалификувана фирма која би се нафатила, за краток временски период т.е. ургентно да ги изврши работите) и поради одредени неусогласености помеѓу проектантите и потенцијалните ревиденти, околу одредени решенија поврзани со изградбата на колекторот, доцнесе така да изградбата на овој дел од колекторот стартуваше при крајот на јануари 2009 год и во текот на февруари се очекува комплетно да се заврши.

3. Во поглед на останатите елементи кои се предмет на визуелната опсервација на јаловиштето, како што се, состојбата на низводната косина на браната, евентуалните пукнатини на круната на браната и визуелната состојба на пиезометрите, во текот на 2008 год. не се забележани никакви аномални појави.

Геодетски снимања (мерења)

Со геодетските методи на набљудување се добиваат апсолутните просторни поместувања на одредени точки од браната и објектите со неа. При тоа земајќи ја предвид разликата во применетите методи, инструментите и приборот, одвоено се обработуваат хоризонталните и вертикалните померувања.

Во текот на месец април 2008 година заврши поставувањето на контролните точки, за следење на евентуалните придвижувања на околниот терен и оттогаш редовно се вршени геодетски мерења на почетокот од секој месец, од страна на јамомерската служба. Првите мерења беа извршени на 05.05.2008 год. При тоа се добиени следните резултати:

БР.Т.	Y	X	H
КТ1	7627247.118	4663042.430	929.187
КТ2	7627141.306	4663100.607	948.945
КТ3	7627071.885	4663157.508	962.616
КТ4	7627061.564	4663208.021	952.112
КТ5	7627280.621	4663270.267	971.884
КТ6	7627208.235	4663500.904	959.558

Овие вредности понатаму се сметани како реперни. Евентуална нивна варијација, при идните редовни месечни мерења, ќе укажува на одредени просторни поместувања на околниот терен.

Резултатите од редовните месечни геодетски мерења, започнувајќи од месец мај 2008 год., и добиените разлики во однос на реперните вредности се дадени во ПРИЛОГ 2.

Од добиените резултати јасно произлегува дека, во текот на 2008 год (од мај до декември), не се констатирани значајни апсолутните просторни поместувања на одредените точки од браната и објектите со неа. Сите добиени разлики во однос на реперните вредности, не се резултат на придвижувањето на теренот, туку произлегуваат од точноста на самиот инструмент (± 1 до 2 cm) и применетата метода на мерење.

Во текот на 2008 год, почнувајќи од почетокот на месец април кога се воспоставени редовните геодетски снимања, редовно се вршени мерење на нивото на водата во таложното езеро и на наклонот на низводната косина на браната.

Резултатите од мерењата на нивото на водата во таложното езеро се прикажани во Табела 3.

Табела 3

Месец	Ниво на вода во таложно езеро [m.n.v]	Големина на плажа [m]	Висинака разлика ниво на вода / круна на брана [m]
Април	934.83	10-15	5-6
Мај	935.86	25-30	5-6
Јуни	936.60	30-50	5-6
Јули	937.25	30-50	5-6
Август	937.90	30-50	5-6
Септември	938.39	30-50	5-6
Октомври	938.80	30-50	5-6
Ноември	939.00	30-50	5-6
Декември	939.53	30-50	5-6

Според презентираниите резултати во Табела 2, повеќе од јасно е дека во текот на 2008 год. постојано е одржувана повеќе од доволна ширина на плажата, која ја одделува круната на браната од водното огледало, стабилизирани на некаде 30 – 50 метри Слика 14, Истовремено висинската разлика помеѓу нивото на водата и круната на браната, иако варира од профил до профил, сепак изнесува повеќе од 5 метри. **Ова се сосема задоволителни параметри кои овозможуваат доволен простор и време за реакција во случај на било какви непредвидени ситуации, пред се од хидролошка природа.**

Што се однесува до низводната косина на јаловиштето која има проектиран наклон $m = 2.75$, редовните геодетски снимања, во текот на 2008 година, покажуваат дека постојано овој наклон е поголем од проектираниот. Тоа од безбедносен аспект е позитивно но, истовремено упатува на заклучок дека песокот од циклоните, со кој се гради браната, има релативно мала густина, а со тоа високи миграциони карактеристики. Малата густина на песокот (помала од 70 – 75% цврсто) индицира зголемено присуство на ситни фракции, поголемо од проектираното. Во ПРИЛОГ 3 е даден графички приказ на протегање на јаловиштето и по 5 карактеристични профили од геодетските снимања извршени во април и декември 2008 год.



Слика 14

Ваквите услови и околности, бараат зголемена активност од страна на вработените. Неопходно е позачестено поместување на циклонските батерии и одржување на поголема густина на песокот, со што ќе се намали присуството на ситните фракции во него, но истовремено, ќе се намалат и неговите миграциони способности. Тоа ќе бара, одреден степен, на негово механичко распоредување по круната од браната. Сето ова бара, значително поголем ангажман од страна на вработените, поради што е потребно поголем број на извршители (најмалку 2 извршители во смена). Поради намалувањето на наклонот на низводната косина, песокот од подножјето на браната брзо ќе ја достигне крајната проектирана координата на протегање. Поради тоа потребно е навремено комплетирање на пиезометрискиот систем. Во спротивно ќе се дојде до ситуација кога ќе биде неопходно да се врши дупчење за поставување на пиезометрите.

Контролни мерења

Мерења на нивото на водата во пиезометрите

Во согласност со Проектот за оскултација во текот на 2008 год. се поставени осум пиезометри П1 до П8 преку кои редовно е пратено нивото на провирните линии низ телото на браната. Од презентираниите резултати во ПРИЛОГ 4 произлегува следното:

На 05.03.2008 год при проверката на пиезометрите констатирано е дека 5 (пет) пиезометри (П1, П2, П3, П5 и П7) се потполно суви додека во 3(три) пиезометри (П4, П6 и П8) е утврдено осетно присуство на вода посебно во пиезометарот бр. 8 Трите пиезометри во кои е констатирано присуство на вода се наоѓаат, односно, се поставени на левата страна од браната, од каде што доаѓа пулповодот, кој ја транспортира пулпата од флотација до разводниот циклонски систем. На 23.02.2008 год. поради појава на одрони, предизвикани од животни, дошло до хаварија на делот од пулповодот над овој дел од браната при што настанало излевање на поголема количина на пулпа директно врз браната со што дошло до навлегување на вода во овие пиезометри. Како што може да се види од резултатите во ПРИЛОГ 4 од појавата на водата во овие пиезометри веднаш имаме процес на континуирано

опаѓање на нивото на истата. Со престанувањето на процесот на опаѓање на нивото на водата во овие пиезометри, јасно беше дека тоа е резултат на фактот што под пиезометрите е поставен глинест непропуслив слој а долниот дел од пиезометрите не е перфориран. Поради тоа кога во нив ќе навлезе вода, одредена количина останува заробена и тешко се исцедува. Поради сето ова на 18.04.2008 год. беше договорено да се направи напор да се изврши пробивање на глиневата подлога на пиезометрите за да се создадат услови за нивно комплетно исцедување. После реализирањето на оваа замисла кај пиезометрите П4 и П6 веднаш дојде до нивно комплетно исцедување. Поради потешкотии во пробивањето на глинестиот слој кај пиезометарот П8 неговото отцедување беше пролонгирано до 11.06. Потоа до крајот на 2008 год. не е констатирано никакво присуство на вода во пиезометарскиот систем. **Имајќи го сето ова предвид, можеме да констатираме дека нема индикации за било какви аномални појави во телото на браната, пред се од аспект на евентуално создавање на водни џебови или подигање на нивото на провирните линии што би можело да ја загрози неговата стабилност.**

Мерења на протокот на дренажни води

Во текот на 2008 година редовно е вршено мерење на протокот на дренажните води и визуелно е оскуптирана нивната бистрина. И овие резултати се дадени во ПРИЛОГ 4. Од презентираниите резултати јасно се гледа дека количината на дренажни води, во зависност од климатските услови и во зависност од нивото на водата во таложното езеро, во текот на 2008 година варираше од 4-5 l/s до 11-12 l/s. При првата појава на максималниот проток на овие води (10-12 l/s) биле направени консултации од страна на одговорните лица во рудникот со проектантите на јаловиштето. После излегувањето на терен и согледувањето на ситуацијата од страна на проектантите било дадено званично мислење дека се работи за природни води, дека количината е во рамките на проектираните вредности, и дека нема влијание врз стабилноста на објектот. Имајќи го тоа предвид, како и фактот дека се работи за бистри води, што може да се види и од презентираниите фотографии во ПРИЛОГ 4, може да се констатира дека овие води, во текот на 2008 год. од квантитативен аспект, биле во рамките на нормалното.

Анализа на работата на хидроциклоните

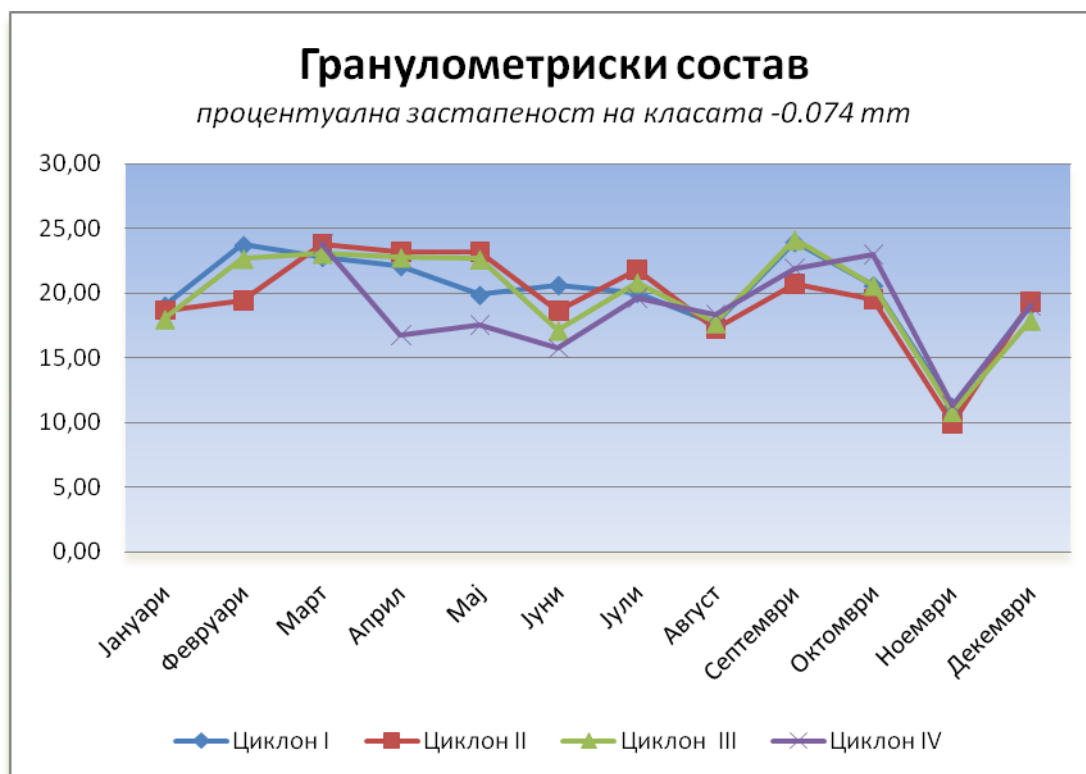
Гранулометрискиот состав на материјалот од кој се гради телото на браната (песокот од хидроциклонот), посебно содржината на класата - 74 μ m е од исклучително значење, бидејќи има директно влијание на битните геотехнички параметри, како што се: водопропустливоста, отпорноста на смакнување, збиеноста, влажноста, аголот на внатрешното триење, запреминската и насипната маса и т.н.

Со мерењето на содржината на класата 0.074 mm при одредување на гранулометрискиот состав на производот песок на хидроциклонот се врши контрола на работата на хидроциклоните. Поточно, со регулација на параметрите на хидроциклоните (притисок, отвор на вртложната, преливна и испусна дизна-цевка) производот песок на хидроциклонот се доведува на потребната содржина - крупност, која е потребна за проектираните параметри за геостатичката стабилност на браната.

Во ПРИЛОГ 5 се презентирани месечните резултати, во однос на присуството на класата – 0.074 mm во песокот од хидроциклоните, од кој се гради браната. Според проектната документација процентуалното учество на класата – 0.074 mm во песокот од хидроциклоните треба да изнесува околу 18 %. Имајќи во предвид дека процесот на циклонирање е прилично динамичен и дека зависи од повеќе фактори, кои често се менуваат, како што се: густината на влезната пулпа, процентуалното учество на класата – 0.074 mm во истата, притисокот во циклонските батерии и т.н. добро е ако процентуалното учество на класата – 0.074 mm се држи во границите од 15 – 20 %. Врз основа на резултатите од месечните снимања на процесот на циклонирање, презентирани во ПРИЛОГ 5, во Табела 4 се дадени усреднетите месечни вредности на процентуалното учество на класата – 0.074 mm во песокот од поделните циклони (I, II, III и IV). Истите графички се преставени на Слика 15

Табела 4

Дата	Песок од циклон I	Песок од циклон II	Песок од циклон III	Песок од циклон IV
	-200# [%]	-200# [%]	-200# [%]	-200# [%]
Јануари	19,02	18,69	17,97	
Февруари	23,71	19,43	22,65	
Март	22,80	23,79	23,04	23,79
Април	22,10	23,18	22,75	16,77
Мај	19,85	23,18	22,61	17,53
Јуни	20,61	18,61	17,09	15,72
Јули	20,02	21,78	20,80	19,63
Август	17,57	17,24	17,66	18,33
Септември	23,94	20,72	24,13	21,91
Октомври	20,59	19,54	20,57	22,96
Ноември	11,20	9,94	10,77	11,32
Декември	19,06	19,34	17,86	19,01



Слика 15

Од добиените резултати може да се констатира следното:

- постои определен напредок во однос на квалитетот на песокот, од кој се гради браната, изразен преку процентуалната застапеност на класата – 0.074mm, а споредено со 2007 год.
- присутни се значителни флуктуации во застапеноста на класата – 0.074 mm во дијапазон од 10 – 15 %
- треба да се направат сите напори за унифицирање на квалитетот на песокот изразен преку процентуалната застапеност на класата – 0.074 mm во дијапазонот од 15 – 20 %

Конвергентни мерења на оптичниот тунел

Стабилноста на оптичниот тунел треба да се прати во согласност на препораките дадени од страна на проектантот на изведбениот проект. Според тие препораки, најмалку еднаш месечно, треба да се вршат конвергентни мерења со точност од 0.1 mm со специјални мерни инструменти – *екстензиометри*. При тоа профилите, чија конвергенција треба да се мери, треба да ја покријат целата должина на новиот (продолжен) дел од оптичниот тунел врз кој налегнува новото јаловиште.

При крајот на 2008 год. извршена е набавка на специјалните мерни инструменти – екстензиометри, меѓутоа, поради одредени објективни и делумно субјективни причини не е отпочнато со редовни месечни мерења. **Во текот на наредниот период, неопходно е, задолжително да се вршат редовни месечни мерења, во согласност со изведбениот проект. Овие мерења би требало да бидат во функција на ефикасно пратење на деформациите и стабилноста на оптичниот тунел.**

Исто така, кога е во прашање поставувањето на предвидените мерни инструменти, за ефикасно пратење на стабилноста на браната на јаловиштето и објектите во состав на истата, треба да се продолжи со напорите, во што е можно пократок временски рок , да се изврши набавка и поставување на инклинометрите, пиезометрите за мерење на порниот притисок и мерните ќелии за мерење на тоталниот притисок. Само така ќе се овозможи да се има комплетен увид во процесите кои се одвиваат во телото на браната.

1.4. Заклучни разгледувања и препораки

1. Водата од главната дренажа (Д-1) има зголемено присуство на Pb и Cd, во однос на дозволеното за води од III и IV категорија, според МДК. Зафатената вода (Д-2), која според сите индикации има природно потекло, покажува зголемено присуство на Pb, Zn, Cd и Mn во однос на дозволеното за води од III и IV категорија и тоа значително поголемо отколку водите од главната дренажа (Д-1). И другите природни води од подрачјето на рудникот САСА - Црвена река, Свиња река, Козја река, како и водите кои потекнуваат од јамските простории покажуваат кисел карактер и значително присуство на тешки метали, далеку над дозволеното за води од III и IV категорија, посебно на олово, цинк, кадмиум и манган. Во овој поглед некои резултати се екстремно високи, како што е случај со присуството на цинк во водите од Козја река, Свиња река, водата од хоризонт XIV и јамската вода 830. Сето ова упатува на заклучок дека најголемите загадувања, на водните текови во регионот со тешки метали, се од природен карактер а не како резултат на техничко – технолошките, односно производните активности на рудникот САСА. Затоа е потребно во наредниот период да се направи поиздржана анализа, за тоа, колкаво е учеството на технолошкиот процес на рудникот САСА, во контаминацијата на водните ресурси во регионот. Само на тој начин ќе се добие релевантна слика за изворите на загадување на водните текови со тешки метали. За ваквата анализа неопходен предуслов е доверливоста на хемиските анализи и секако репрезентативност на земените мостри.

2. Благодарение на благовремениот ангажман на стручните луѓе од рудникот “Саса” успешно се изменајани сите проблеми кои настанаа со напукнувањето на преливниот колектор. Локацијата за новиот колектор е добро избрана и останува да се направат сите усилби истиот да биде завршен во што е можно пократок временски рок. Со тоа ќе се создадат и услови за комплетно затварање на стариот колектор, кој претставува потенцијален извор на проблеми, од аспект на негово понатамошно напукнување и создавање на предуслови за истекување на јаловина во водите на Каменичка река. Секако дека пред комплетното зачепување на оштетениот колектор, ќе биде неопходно да се изврши пренасочување на водите од Петрова река иако, со дополнителни анализи на хидролошките карактеристики на регионот и капацитетот на

јаловиштето, можно е да се разгледа варијантата овие води да се внесат во таложното езеро.

3. Во текот на 2008 год (од мај до декември), редовните геодетски снимања укажуваат дека не се констатирани значајни апсолутните просторни поместувања на одредените точки од браната и објектите со неа. Сите добиени разлики во однос на реперните вредности, не се резултат на придвижувањето на теренот, туку произлегуваат од точноста на самиот инструмент (± 1 до 2 cm) и применетата метода на мерење.

4. Висинската разлика помеѓу нивото на водата и круната на браната, иако варира од профил до профил, сепак изнесува повеќе од 5 метри. Ова се сосема задоволителни параметри кои овозможуваат доволен простор и време за реакција во случај на било какви непредвидени ситуации, пред се од хидролошка природа.

5. Што се однесува до низводната косина на јаловиштето која има проектиран наклон $m = 2.75$, редовните геодетски снимања, во текот на 2008 година, покажуваат дека постојано овој наклон е поголем од проектираниот. Тоа од безбедносен аспект е позитивно но, истовремено упатува на заклучок дека песокот од циклоните, со кој се гради браната, има релативно мала густина, а со тоа високи миграциони карактеристики. Затоа е неопходно позачестено поместување на циклонските батерии и одржување на поголема густина на песокот, со што ќе се намали присуството на ситните фракции во него, но истовремено, ќе се намалат и неговите миграциони способности. Тоа ќе бара, одреден степен, на негово механичко распоредување по круната од браната. Сето ова бара, значително поголем ангажман од страна на вработените, поради што е потребно поголем број на извршители (најмалку 2 извршители во смена). Поради намалувањето на наклонот на низводната косина, песокот од подножјето на браната брзо ќе ја достигне крајната проектирана координата на протегање. Поради тоа потребно е навремено комплетирање на пиезометрискиот систем. Во спротивно ќе се дојде до ситуација кога ќе биде неопходно да се врши дупчење за поставување на пиезометрите.

6. Пиезометарскиот систем добро функционира, појавата на вода во пиезометрите П4, П6 и П8 во текот на март и април а кај П8 се до јуни е резултат на надворешни фактори (хаварија на пулповодот). Имајќи го сето ова предвид, можеме да

констатираме дека нема индикации за било какви аномални појави во телото на браната, пред се од аспект на евентуално создавање на водни њебови или подигање на нивото на провирните линии што би можело да ја загрози неговата стабилност.

7. Постои определен напредок во однос на квалитетот на песокот, од кој се гради браната, изразен преку процентуалната застапеност на класата – 0.074mm, а споредено со 2007 год. Меѓутоа треба да се констатира дека се присутни значителни флукуации во застапеноста на класата – 0.074 mm во дијапазон од 10 – 15 %. Затоа треба да се направат сите напори за унифицирање на квалитетот на песокот изразен преку процентуалната застапеност на класата – 0.074 mm во дијапазонот од 15 – 20 % што претставува и проектирана вредност. И за овие констатации важат препораките под бр. 5

8. Стабилноста на оптичниот тунел треба да се прати во согласност на препораките дадени од страна на проектантот на изведбениот проект. Со набавката на специјалните мерни инструменти – екстензиометри, стекнати се сите предуслови во текот на наредниот период, задолжително да се вршат редовни месечни мерења, во согласност со изведбениот проект. Овие мерења би требало да бидат во функција на ефикасно пратење на деформациите и стабилноста на оптичниот тунел.

9. Во однос на јаловиштето бр. 3 кое веќе не е во експлоатација, се препорачува покрај постојните 2 пиезометри кои функционираат, да се постават барем уште 2 - 3 нови за да се прати поефикасно неговото отцедување. Исто така неопходно е редовно месечно мерење и оскултирање на дренажните води како и редовно визуелно набљудување. При појава на било какви аномалии мониторингот треба да се засили.

10. Врз основа на оскултацијата спроведена во 2008 година, земајќи ги предвид и резултатите од мерењата, можеме да заклучиме дека јаловиштето „Саса“ е во стабилна состојба. На сопственикот му препорачуваме да ги земе предвид дадените мислења и препораки во Елаборатов.

Изработиле:

Проф. д-р Благој Голомев с.р

Проф. д-р Борис Крстев с.р

М-р Александар Крстев с.р.